

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-328451

(43)Date of publication of application : 27.11.2001

(51)Int.Cl.

B60K 31/00
B60R 21/00
F02D 29/02
G01S 17/93

(21)Application number : 2000-146298

(71)Applicant : DENSO CORP

(22)Date of filing : 18.05.2000

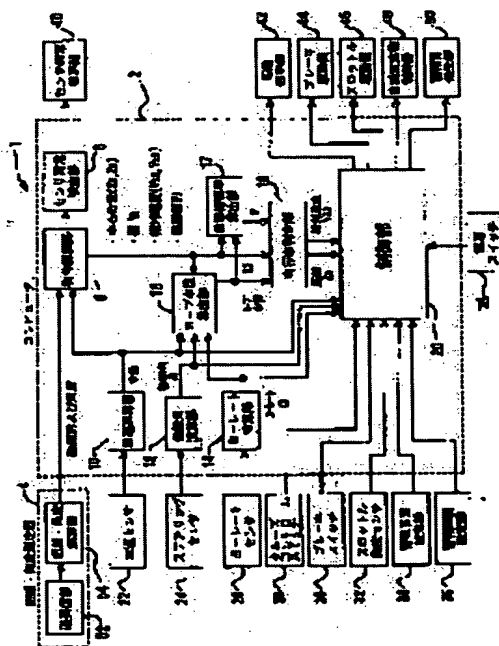
(72)Inventor : SHIRAI TAKAMASA
MORIKAWA KATSUHIRO

(54) TRAVEL ROUTE ESTIMATING DEVICE, PRECEDING VEHICLE RECOGNIZING DEVICE AND RECORDING MEDIUM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a vehicle travel route estimating device and a preceding vehicle detector of high accuracy in computing the travel route of one's own vehicle.

SOLUTION: A curve radius computing part 16 computes a first curve radius R1 on the basis of vehicle speed from a vehicle speed computing part 10 and a steering angle θ from a steering angle computing part 12 or a yaw rate Ω from a yaw rate computing part 14. In the case that an object recognizing part 8 determines a stop object, a second curve radius R2 is computed from the stop object. A third curve radius R3 is computed by averaging the first curve radius R1 and the second curve radius R2.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

25.07.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than
the examiner's decision of rejection or
application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

*** NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The advance way presumption equipment carry out having the third advance way presumption means compute the third curve data shown in the advance way of the aforementioned self-vehicles by carrying out the equalization processing of the first curve data computed with the advance way presumption means of the above first in advance way presumption equipment and the second curve data which were computed with the advance way presumption means of the above second which are characterized by to provide the following as the feature A body detection means to detect the body which exists ahead of self-vehicles The first advance way presumption means which computes the first curve data in which the advance way of the aforementioned self-vehicles is shown based on the steering steering angle or yaw rate detected by yaw rate detection means to detect the yaw rate of a steering angle detection means to detect the steering steering angle of self-vehicles, or self-vehicles A relative-velocity calculation means to compute relative velocity with the body detected with the aforementioned body detection means A halt body judgment means judge whether the aforementioned body is a halt body based on the aforementioned relative velocity computed by this relative-velocity calculation means, and the second advance way presumption means computed in the second curve data in which the advance way of the aforementioned self-vehicles is shown based on this halt body when the aforementioned body is judged to be a halt body by this halt body judgment means

[Claim 2] The equalization processing by the advance way presumption means of the above third is advance way presumption equipment according to claim 1 characterized by making weighting of the aforementioned second curve data small while enlarging weighting of the aforementioned first curve data, when the distance between the aforementioned self-vehicles and the aforementioned body is near.

[Claim 3] The equalization processing by the advance way presumption means of the above third is advance way presumption equipment according to claim 1 or 2 characterized by enlarging weighting of the aforementioned second curve data while making weighting of the aforementioned first curve data small, when the distance between the aforementioned self-vehicles and the aforementioned body is far.

[Claim 4] It is the record medium which recorded the program for computing the curve data in which the advance way of self-vehicles is shown by computer. This program makes the first curve data compute by the steering signal or the yaw rate signal. The record medium which recorded the advance way presumption program characterized by making the second curve data compute from the signal equivalent to a halt body, and making the third curve data in which the advance way of self-vehicles is shown by carrying out equalization processing of this first curve data and the second curve data compute.

[Claim 5] Precedence vehicle recognition equipment characterized by providing the following. Advance way presumption equipment which is a publication any [a claim 1 or] of 3 they are The aforementioned third curve data computed based on the advance way presumption means of the above third A self-lane probability calculation means to search for the probability the aforementioned body is on the same lane as self-vehicles based on the relative position to the aforementioned self-vehicles of the aforementioned body detected by the aforementioned body detection means A precedence vehicle recognition means to

recognize the aforementioned body which exists ahead of self-vehicles as a precedence vehicle based on the probability searched for by this self-lane probability calculation means

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] this invention relates to the advance way presumption equipment which computes the curve data in which the advance way of self-vehicles is shown from a steering steering angle or a halt body, and the precedence vehicles recognition equipment which recognizes the precedence vehicles which run the front of self-vehicles based on the presumed curve data.

[0002]

[Description of the Prior Art] What is indicated by JP,8-132997,A is known as advance way presumption equipment which presumes the advance way conventionally expected that self-vehicles will run from now on.

[0003] When it is judged that two or more halt bodies, such as a reflector, exist, or it computed the curve radius of the advance way of self-vehicles from this halt body and halt bodies, such as a reflector, did not exist, when it judged that few halt bodies are, this technology computes the curve radius of the advance way of self-vehicles from the steering steering angle of self-vehicles, and surely computes a curve radius from one of information.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Although the precision of the curve radius which a steady error does not arise and is computed is good, by the time a halt body runs by the situation steer a steering greatly like when change of the curve radius of the advance way of self-vehicles is sudden, it appears as information and time will become the value of the right curve radius for this reason when searching for the curve radius of the advance way of self-vehicles from a halt body here, time takes and responsibility is bad.

[0005] On the other hand, although it is rapid response when searching for a curve radius from the steering angle or yaw rate of a steering, since the zero of a steering steering angle or a yaw rate changes with the cant situations of a passage etc., in case it searches for a curve radius, it will produce a steady error.

[0006] Therefore, when searching for a curve radius at either a halt body, a steering or a yaw rate, there is a problem that responsibility will be bad or a steady error will arise according to a run situation.

[0007] Then, this invention is made in view of the above-mentioned trouble, and aims at offering the good advance way presumption equipment of responsibility, precedence vehicle recognition equipment, and a record medium comparatively also in the situation of steering a steering with a comparatively sufficient precision greatly in a sudden curve etc. also in the usual run state.

[0008]

[Means for Solving the Problem] According to invention according to claim 1 accomplished in order to attain the above-mentioned purpose, the third curve data are computed by performing equalization processing for the first curve data computed by the first advance way presumption means and the second curve data computed by the second advance way presumption means with the third advance way

presumption means.

[0009] Although time will be taken in the situation of performing steering greatly in this result, for example, a sudden curve etc., before the second curve data computed only with the second advance way presumption means serve as a value of true curve data, responsibility can be raised by performing the first curve data and equalization processing which are computed by the first advance way presumption means.

[0010] On the other hand, since a steady error arises from a gap of the zero of a steering angle etc. to the curve data computed when computing curve data from the first advance way presumption means in the usual run state, a steady error can be lessened by performing the curve data and equalization processing which are computed from the second advance way presumption means.

[0011] Therefore, according to this invention, it becomes possible to compute the curve data of rapid response self-vehicles also in a usual run state and a usual sudden curve situation that there are comparatively few errors.

[0012] Moreover, according to invention according to claim 2, when the distance of self-vehicles and a body is near, while enlarging weighting of the first curve data, weighting of the second curve data is made small.

[0013] Consequently, since the third curve data can be computed with sufficient responsibility by enlarging weighting of the first curve data although the body needs to judge whether it is a precedence vehicle to the inside of a short time when the distance of self-vehicles and a front body is near, there is little delay of judgment of a precedence vehicle and it ends.

[0014] Furthermore, according to invention according to claim 3, when the distance of self-vehicles and a body is far, while making weighting of the first curve data small, weighting of the second curve data is enlarged.

[0015] Consequently, since precision of a high curve radius is desired in order for the body to judge with a precision sufficient whether it is a precedence vehicle when the distance of self-vehicles and a front body is far, it becomes computable [the third curve data with a small steady error] by enlarging weighting of the second curve data.

[0016] With furthermore, the record medium which recorded the program for computing the curve data in which the advance way of self-vehicles is shown by computer according to invention according to claim 4 Make the first curve data compute by the steering signal or the yaw rate signal, the second curve data are made to compute from the signal equivalent to a halt body, and the third curve data in which the advance way of self-vehicles is shown are made to compute by carrying out equalization processing of this first curve data and the second curve data.

[0017] Although time will be taken in the situation of performing steering greatly in this result, for example, a sudden curve etc., before the second curve data computed only with the second advance way presumption means serve as a value of true curve data, responsibility can be raised by performing the first curve data and equalization processing which are computed by the first advance way presumption means.

[0018] It can have the system which starts the third advance way presumption means by computer as a program started for example, by the computer side. It can record on the record medium in which computer readouts, such as the case of such a program, for example, a floppy (registered trademark) disk, a magneto-optic disk, CD-ROM, and a DVD-ROM hard disk, are possible, and can use by loading to a computer and starting if needed. In addition, the aforementioned program is recorded by using ROM and backup RAM as the record medium in which a computer readout is possible, and this ROM or Backup RAM may be incorporated and used for a computer.

[0019] Moreover, the advance way of self-vehicles is presumed with advance way presumption equipment like invention according to claim 5. Detect the objective relative position to self-vehicles with a relative-position detection means, and the probability a body is on the same lane as self-vehicles based on the third curve data computed with the third advance way presumption means and an objective relative position is searched for. The body which exists ahead of self-vehicles based on the self-lane probability computed with the precedence vehicle recognition means can also be recognized as a

precedence vehicle.

[0020]

[Embodiments of the Invention] Next, the operation gestalt of this invention is explained using a drawing.

[0021] [Gestalt of the first operation] drawing 1 shows the system configuration view of the distance-between-two-cars control unit with which the advance way presumption equipment of this invention and precedence automobile inspection appearance equipment were applied.

[0022] First, the system configuration view of this operation gestalt is explained using drawing 1.

[0023] The distance-between-two-cars control unit 1 was constituted centering on the computer 2, and is equipped with distance and the angle measuring instrument 4, the vehicle speed sensor 22, the steering sensor 24, the yaw rate sensor 26, the cruise-control switch 28, the Bure-key switch 30, the throttle opening sensor 32, the amount setter 34 of alarm tones, the alarm sensitivity setter 36, an electric power switch 38, the sensor unusual drop 40, the distance drop 42, the brake actuator 44, the throttle actuator 46, the automatic-transmission controller 48, and the alarm tone

[0024] The computer 2 is equipped with an input/output interface (I/O) and various kinds of drive circuits, or the detector. Since these hard composition is common, detailed explanation is omitted.

Moreover, it has an electric power switch 38, a power supply is supplied by the ON operation, and a computer 2 starts predetermined processing. In addition, the computer 2 is performing fixed-speed run control which maintains the vehicle speed at setting speed, when the precedence vehicle is not chosen with the distance-between-two-cars control stated with this operation gestalt.

[0025] Here, they are relative velocity with a front body, distance, and equipment that also detects the position coordinate further based on time until it catches the reflected light by distance and the angle operation part 54 while distance and the angle measuring instrument 4 are equipped with the transceiver section 52, and distance and angle operation part 54, carries out the scan of the laser beam to the vehicles front, and outputs it to it in the range of a predetermined angle from the transceiver section 52 and detects the reflected light. Since such equipment is what is known well, detailed explanation is omitted.

[0026] In addition, although a laser beam is used, you may use electric waves, ultrasonic waves, etc., such as a millimeter wave, for others.

[0027] The vehicle speed sensor 22 is a sensor which detects the signal corresponding to the rotational speed of a wheel.

[0028] The steering sensor 24 detects the amount of change of the steering angle of a handle, and can detect the relative steering angle θ (Rad) from the value. Therefore, when an electric power switch 38 is turned on, "0" is set to the steering angle storing address on memory, and the relative steering angle θ is determined by the addition of the amount of change of the steering angle detected henceforth.

[0029] The yaw rate sensor 26 is a sensor which detects the change speed (yaw rate) ω (Rad/sec) of the vehicles angle of rotation (yaw angle) of the circumference of the vertical axis which passes along the vehicles center of gravity.

[0030] When the cruise-control switch 28 turns this on, while fixed-speed run control is started, distance-between-two-cars control processing is also performed within the fixed-speed run control. The distance between two cars approaches at this time, and an alarm tone is sounded with the alarm tone generator 50 when a computer 2 judges that there is risk of a precedence vehicle and a collision. This alarm tone can adjust volume by the amount setter 34 of alarm tones, and can adjust the sensitivity of an alarm tone by the alarm sensitivity setter 36.

[0031] The Bure-key switch 30 detects treading in with the brake of a driver. Moreover, if the brake actuator 44 is required for risk aversion, it will operate with directions of a computer 2 and will adjust the brake pressure force.

[0032] The throttle opening sensor 32 detects the opening of the throttle valve of an internal combustion engine.

[0033] And according to the obtained detection result, the throttle actuator 46 operates with directions of

a computer 2, regulation of the opening of a throttle valve is performed, and an engine output is adjusted.

[0034] The sensor unusual drop 40 displays the abnormalities of distance and the angle measuring instrument 4. Moreover, the distance drop 42 expresses the distance between two cars with the precedence vehicle chosen by the processing later mentioned based on the measurement result of distance and the angle measuring instrument 4.

[0035] With the directions from a computer 2, the automatic-transmission controller 48 chooses the required gear position of an automatic transmission, when controlling the speed of a self-vehicle.

[0036] Next, the block diagram in a computer 2 is explained.

[0037] The data of the distance outputted from the distance and the angle operation part 54 of distance and the angle measuring instrument 4 and an angle are changed into XZ rectangular coordinates centering on a self-vehicle from a polar coordinate by the object-recognition section 8. Moreover, the signal according to the rotational speed of the wheel detected from the vehicle speed sensor 22 is changed into a vehicle speed signal by the vehicle speed operation part 10, and the recognition classification of an objective center position coordinate ($X0$, $Z0$), the body width of face W , relative velocity ($VX0$, $VZ0$), and a body is called for in the object-recognition section 8 by the degree of self-vehicle speed, and changed XZ rectangular coordinates. This recognition classification expresses the kind of thing recognized to be what the body recognized to be a move object, or a halt object.

[0038] In addition, $X0$ of the center position coordinate ($X0$, $Z0$) of a body here expresses the position of the body of the cross direction on the basis of self-vehicles, and $Z0$ expresses the position of the body of the travelling direction of the vehicles on the basis of self-vehicles.

[0039] Moreover, based on the signal from the steering sensor 24, the steering angle θ is searched for by the steering angle operation part 12. Furthermore, based on the signal from the yaw rate sensor 26, the yaw rate ω calculates by the yaw rate operation part 14.

[0040] And the yaw rate ω from the steering angle θ and the yaw rate operation part 14 from the vehicle speed from the vehicle speed operation part 10 and the steering angle operation part 12 is inputted into the curve radius calculation section 16 which computes the curve radius R which makes the curve data of the advance way of self-vehicles, and the first curve radius $R1$ (it corresponds to the first curve data of this invention) is computed in it based on the vehicle speed, the steering angle θ , or the yaw rate ω . Moreover, when the object-recognition section 8 judges it as a halt body, the second curve radius $R2$ (it corresponds to the second curve data of this invention) is computed from this halt body.

[0041] And the third curve radius $R3$ (it corresponds to the third curve data of this invention) is computed by carrying out equalization processing of the first curve radius $R1$ and the second curve radius $R2$. In addition, the detail of equalization processing of the third curve radius $R3$ is mentioned later.

[0042] Next, in the self-lane probability calculation section 17, the self-lane probability Pn of a precedence vehicle is computed based on the recognition classification of the center position coordinate ($X0$, $Z0$) of the body called for in the third curve radius $R3$ and object-recognition section 8, the body width of face W , relative velocity ($VX0$, $VZ0$), and a body.

[0043] And in the precedence vehicle judging section 18, a precedence vehicle is specified based on the recognition classification of the third curve radius $R3$, the self-lane probability Pn , a center position coordinate ($X0$, $Z0$), the body width of face $W0$, relative velocity ($VX0$, $VZ0$), and a body.

[0044] It is based on the established state of the distance $Z0$ with this precedence vehicle, the relative velocity $VZ0$ of travelling direction, and the cruise-control switch 28, and the treading-in state of the Bure-key switch 30. While outputting the signal for adjusting the distance between two cars with a precedence vehicle to the brake actuator 44, the throttle actuator 46, and the automatic-transmission controller 48 by the control section 20 and outputting a status signal required for the distance drop 42. When required, by outputting an alarm signal to the alarm tone generator 50, the driver is notified of the situation.

[0045] Here, in the precedence vehicle judging section 18, although the relative velocity $VX0$ of the

cross direction and the relative velocity VZ0 of travelling direction are needed since a precedence vehicle is specified, since only the relative velocity VZ0 of travelling direction is used on the occasion of distance-between-two-cars control, only the relative velocity VZ0 of travelling direction is transmitted to a control section 20. In addition, distance and the angle measuring instrument 4 correspond to the body detection means of this invention. Moreover, the object-recognition section 8 corresponds to the relative-velocity calculation means of this invention.

[0046] Next, in the distance-between-two-cars control unit 1 constituted as mentioned above, the detail of processing is explained using the flowchart of drawing 2 until it judges the precedence vehicle which a computer 2 performs.

[0047] In addition, this processing is performed repeatedly every 0.1s.

[0048] First, in Step 100, the measurement data of the distance and the angle by distance and the angle measuring instrument 4 are read.

[0049] Next, recognition processing of a front obstruction is made at Step 200. This front obstruction recognition processing changes into a rectangular coordinate system the measurement data of distance and an angle read from distance and the angle measuring instrument 4 from a spherical coordinate system, and the center position coordinate (X0, Z0) of a front body, the body width of face W0, relative velocity (VX0, VZ0), and an objective recognition classification are called for based on the measurement data after conversion. The relative velocity (VX0, VZ0) of this body is computed based on a time change of an objective center position. Recognition classification can be recognized to be a move object, when an objective relative position is hardly moving, although for example, the self-vehicle is running. Moreover, the body which keeps away gradually can also be recognized to be a move object. On the other hand, when an objective relative position approaches to a self-vehicle at the same speed (absolute value) as the degree of self-vehicle speed, it can be recognized as a halt object. The other thing, for example, the body with which time to the extent that it can recognize has not passed after appearing, is recognized as an unknown object.

[0050] At continuing Step 300, the first curve radius R1 is computed based on the yaw rate omega obtained from the steering steering angle theta acquired from the steering sensor 24, or the yaw rate sensor 26. Here, the first curve radius R1 shall be computed from the steering steering angle theta by using the following formulas 1.

[0051]

[Equation 1] $R1 = C / \theta$ -- here, C is a constant depending on the vehicle speed and a type of a car, and is beforehand memorized for every type of a car by the curve radius calculation section 16 in a computer 2 by making the constant value for every vehicle speed into a map function. Since it is generally known as a function which searches for a curve radius from the steering angle theta, this function C omits detailed explanation. In addition, the method of searching for the curve radius R1 from the yaw rate omega is computable by ω (ing) the vehicle speed V at the yaw rate omega.

[0052] And at continuing Step 400, it judges whether a halt body exists based on the recognition classification called for at Step 200. That is, when it is judged whether a halt body exists in the object-recognition section 8 and it is judged that a halt body does not exist, it shifts to Step 700. On the other hand, when it is judged that a halt body exists, it shifts to Step 500.

[0053] In continuing Step 500, the second curve radius R2 is computed from a halt body in the curve radius calculation section 16. the center (X0, Z0) of a halt body as shown in drawing 3 here -- a passage -- the relative-velocity vector 100 -- a tangent vector -- carrying out -- a circle -- asking . And the second curve radius R2 is computed by searching for the radius R of the circle. In fact, the following approximation calculations are carried out.

[0054] $|X| \ll R$ -- if parabola approximation of the circle is carried out under the assumption $|R|$ and $|X| \ll |Z|$ -- the center (X0, Z0) of a halt body -- a passage -- the X-axis -- intersecting perpendicularly -- a circle -- an equation (here, it expresses as a function of X and Z) -- [0055]

[Equation 2]

$$X = X0 + \{(Z - Z0) - (Z - Z0) / 2R\}$$

It becomes. Moreover, it is [0056] from the objective relative-velocity vector 100 being a tangent vector

of a circle.

[Equation 3] There is a relation of $dX/dZ=VX0/VZ0$.

[0057] It is [0058] from this formula 2 and two formulas of a formula 3.

[Equation 4] $R2=(Z-Z0) \times VX0/VZ0$ and the radius R2 of a circle, i.e., a curve radius, can be found.

[0059] Here, when two or more halt bodies exist, two or more second curve radii R2 searched for for every halt body are equalized.

[0060] this equalization -- every -- suppose that the inverse number of the second curve radius R2 is averaged, and the inverse number of the average is searched for For example, the case where two halt bodies exist is considered. Here, the second curve radius of R2a and the halt body of another side is set to R2b for the second curve radius of one halt body. this time -- equalization of a curve radius -- a formula 5 -- like -- each -- the average of the inverse number of curve radius R2a and R2b -- taking --

[0061]

[Equation 5] It asks by taking the inverse number of the average like $R2= [1/] (1/R2a+1/R2b)/2$ and a formula 6.

[0062]

[Equation 6] $R2=2 \times R2a \times R2b / (R1+R2)$

At continuing Step 600, equalization with the first curve radius R1 computed from the steering steering angle theta or the yaw rate omega and the second curve radius R2 computed from a halt body is performed, and the third curve radius R3 is searched for. Specifically, like equalization of the curve radius R2 when there are two or more above-mentioned halt bodies, the inverse number of the curve radius R1 and the curve radius R2 is averaged, and the curve radius R3 is computed by taking the inverse number of the average.

[0063] In this way, if the curve radius R3 can be found, it will shift to Step 700, and self-lane probability instantaneous-value P' is computed about the body recognized at Step 200. In the self-lane probability Pn, the parameter to which a body expresses the probability which is the vehicles which are running the same lane as a self-vehicle is said here. And self-lane probability instantaneous-value P' means the value computed based on the instantaneous detection data. In this self-lane probability instantaneous-value P', as shown in drawing 4, the center position (X0, Z0) of all the bodies obtained by the processing (Step 200) which recognizes a front body, and the objective breadth data W0 are changed into the position converted into the rectilinear-propagation way. That is, based on the third curve radius R3 obtained from Step 300 and Step 600, the center position coordinate (X0, Z0) of the body in a curve way is changed into the center position coordinate (X1, Z1) of a rectilinear-propagation way. Specifically, it asks by formula conversion as shown in the following formula 7.

[0064]

[Equation 7] $X1 <- X0 - (Z0 \times Z0 / 2R)$

Only the X coordinate is changed substantially $Z1 <- Z0W1 <- W0$, i.e., here.

[0065] In this way, it arranges on the self-lane probability map which shows the center position (X1, Z1) of the body changed and obtained on the straight-line way, and the body width-of-face data W1 to drawing 5, and asks for self-lane probability instantaneous-value P' of each body, i.e., the probability which exists in a self-lane at the time.

[0066] In drawing 5, the X-axis is the cross direction of self-vehicles, and the Z-axis shows the travelling direction of self-vehicles.

[0067] The field has separated here to Field a (self-lane probability instantaneous-value P' = 80%), Field b (self-lane probability instantaneous-value P' = 60%), Field c (self-lane probability instantaneous-value P' = 30%), Field d (self-lane probability instantaneous-value P' = 100%), and the other field (self-lane probability instantaneous-value P' = 0%). A setup of this field is defined by survey. Especially the field d is a field set up by taking into consideration interruption of a just before [a self-vehicle]. The boundary line which divides Fields a, b, c, and d is computed with the following formula 8.

[0068]

[Equation 8] $La: X1=0.70+(1.75-0.70) \times (Z1/100) \times (Z1/100)$

$Lb: X1=0.70+(3.50-0.70) \times (Z1/100) \times (Z1/100)$

$Lc:X1=1.00+(5.00-1.00) \times (Z1/100) \times (Z1/100)$

$Ld:X1=1.50 \times (1-Z1/60)$

in addition -- a boundary line -- La -- ' -- Lb -- ' -- Lc -- ' -- Ld -- ' -- respectively -- boundary lines La, Lb, Lc, and Ld -- the Z-axis -- the target relation -- it is .

[0069] A segment (it is equivalent to the line 110 which has length called the width of face W1 of drawing 4) to the ** field d and at this time [each body] self-, when a center position (X1, Z1) exists in the ** field a lane probability instantaneous-value $P'=100\%$ self-, when a center position (X1, Z1) exists in the ** field b lane probability instantaneous-value $P'=80\%$ self--- the time of a center position (X1, Z1) existing in the ** field c lane probability instantaneous-value $P'=60\%$ -- self--- the time of not fulfilling the conditions of ** ** to ** lane probability instantaneous-value $P'=30\%$ -- self--- it considers as lane probability instantaneous-value $P'=0\%$, and self-lane probability instantaneous-value P' can be found

[0070] Thus, when self-lane probability instantaneous-value P' is called for, it shifts to Step 800 and the self-lane probability Pn is searched for. Since the probability stabilized by wandering of a steering etc. is not acquired, this self-lane probability Pn is searched for for computing as probability including raw ** by performing the following filtering processings only at self-lane probability instantaneous-value P'.

[0071] First, according to the following formula 9, filtering processing is performed to self-lane probability instantaneous-value P' computed at Step 700.

[0072]

[Equation 9] $Pn=Pn-1 \times \alpha + P' \times (1-\alpha)$

It is a parameter concerning [Pn-1 concerning the last self-lane probability / alpha] Distance Z here, for example, memorizes in the computer 2 as a map function like drawing 6 . In addition, initial value of the self-lane probability Pn is made into 0%.

[0073] And if the self-lane probability Pn is computed, it will shift to Step 900, and the judgment of a precedence vehicle is performed. In 50% or more of body, Distance Z judges [the self-lane probability Pn computed at Step 800] the minimum thing to be a precedence vehicle. And it controls, or according to an objective distance and objective relative velocity which were judged to be a precedence vehicle, when the risk of a collision is in a precedence vehicle, an alarm is sounded, so that between vehicles with a precedence vehicle may be kept constant, and processing is ended.

[0074] In addition, the halt body judgment means of this invention corresponds to the object recognition in Step 200. Moreover, the first advance way presumption means corresponds to calculation of the curve radius R1 in Step 300. Furthermore, the second advance way presumption means corresponds to calculation of the curve radius R2 of Step 500. Moreover, the third advance way presumption means corresponds to equalization processing of Step 600. Furthermore, a self-lane probability calculation means corresponds to calculation of the self-lane probability Pn of Step S800. Moreover, a precedence vehicle recognition means corresponds to the precedence vehicle judging of Step S900.

[0075] As mentioned above, according to the distance-between-two-cars control unit in this operation gestalt, it will have the following effects.

[0076] That is, the third curve radius R3 is searched for by averaging the first curve radius R1 computed from the steering steering angle theta or the yaw rate omega, and the second curve radius R2 computed from a halt body.

[0077] Consequently, although time will be taken before the first curve radius R2 computed with the second advance way presumption means becomes what has a high precision, when sudden steering is performed, responsibility can be raised by averaging with R2 computed by the first rapid response advance way presumption means.

[0078] On the other hand, if it is going to compute the curve radius R1 only with the first advance way presumption means when presuming an advance way in the usual run state, since a steady error arises from a gap of the zero of the steering steering angle theta etc., it will become computable [the third curve radius R3 with few errors] by averaging with the second curve radius R2 which can be found from the second advance way presumption means, for example.

[0079] Therefore, according to this invention, in the usual run state, it becomes computable [the good

curve radius R3 of responsibility] comparatively also in a sudden curve that there are comparatively few steady errors.

[0080] [the second operation gestalt] -- the system configuration view of the second operation gestalt and the operation are the same as that of the first operation gestalt

[0081] However, this operation gestalt has the feature in the equalization processing at the time of searching for the third curve radius R3.

[0082] That is, when the distance to the body recognized at Step 200 is near, weighting of the first curve radius R1 which can be found from the steering angle theta or the yaw rate omega is enlarged, on the other hand, when the distance to a body is far, equalization processing which enlarged weighting of the second curve radius R2 which can be found from a host body is performed, and the third curve radius R3 is searched for. Since this carries out equalization processing according to each of the body recognized at Step 200, it will have the third different curve radius R3 for every body. Specifically, it is [0083] which performs equalization processing using the following formulas 10.

[Equation 10]

$1/R3 = 1/R1 \times \beta + 1/R2 \times (1 - \beta)$ -- here, as shown in drawing 7, beta is changed according to an objective distance and memorized in the computer 2 as a map function

[0084] Since the value of beta is large for a short distance as drawing 7 shows, in a formula 10, the ratio of the first curve radius R1 becomes computable [the third big curve radius R3].

[0085] Moreover, since the value of beta is small at a long range, in a formula 10, the ratio of the second curve radius R2 becomes computable [the third large curve radius R3].

[0086] As mentioned above, according to the advance way presumption equipment in this operation gestalt, it will have the following effects.

[0087] That is, when the distance between self-vehicles etc. is near, weighting of the first curve radius R1 computed from the first advance way presumption means is enlarged, and on the other hand, when the distance between self-vehicles etc. is far, equalization processing is performed so that weighting of the second curve radius R2 computed from the second advance way presumption means may be enlarged.

[0088] Consequently, since the third curve radius R3 can be computed with sufficient responsibility by enlarging weighting of the first curve radius R1 although the body needs to judge whether it is a precedence vehicle to the inside of a short time when the distance of self-vehicles and a front body is near, there is little delay of judgment of precedence vehicles and it ends.

[0089] Moreover, since precision of a high curve radius is desired in order for the body to judge with a precision sufficient whether they are precedence vehicles when the distance of self-vehicles and a front body is far, it becomes computable [the third curve radius R3 with a small steady error] by enlarging weighting of the second curve radius R2.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the system configuration view of the distance-between-two-cars control unit with which the advance way presumption equipment of this invention and precedence vehicle recognition equipment were applied.

[Drawing 2] It is a flowchart for explaining the first operation gestalt.

[Drawing 3] It is explanatory drawing for searching for the second curve radius R2 from a halt body.

[Drawing 4] It is explanatory drawing for carrying out straight-line way conversion based on the third curve radius.

[Drawing 5] It is explanatory drawing showing a self-lane probability map.

[Drawing 6] It is a diagram showing the map function of a coefficient alpha used for a self-lane probability operation.

[Drawing 7] It is a diagram showing the map function of a coefficient beta used for equalization processing of a curve radius.

[Description of Notations]

1 [-- Steering angle operation part, 14 / -- Yaw rate operation part, 16 / -- The curve radius calculation section, 20 / -- A control section, 22 / -- A vehicle speed sensor, 24 / -- A steering sensor, 26 / -- Yaw rate sensor] -- Precedence automobile inspection appearance equipment, 10 -- Vehicle speed operation part, 12

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

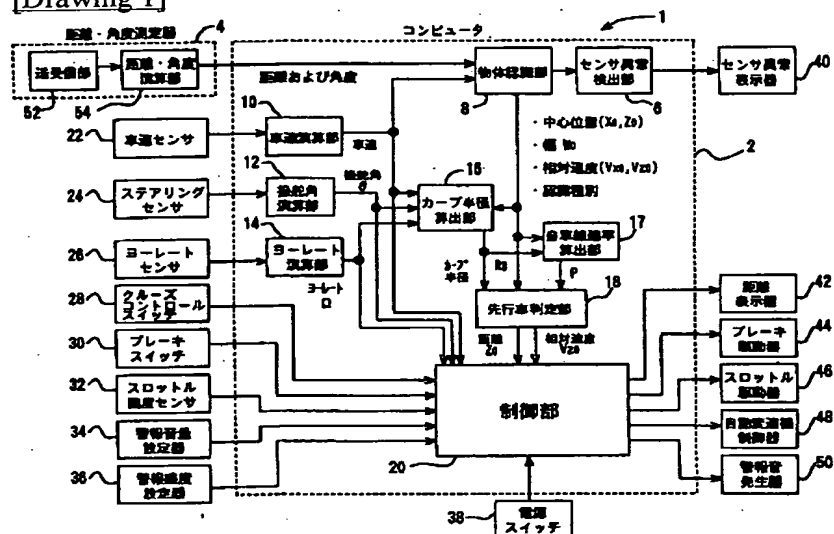
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. **** shows the word which can not be translated.

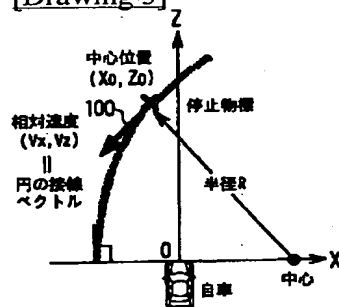
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

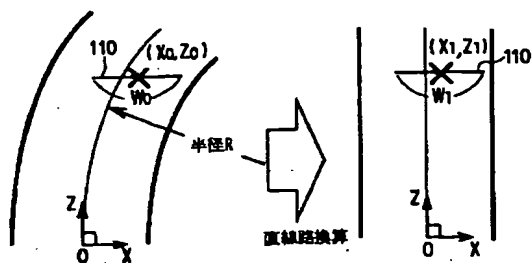
[Drawing 1]



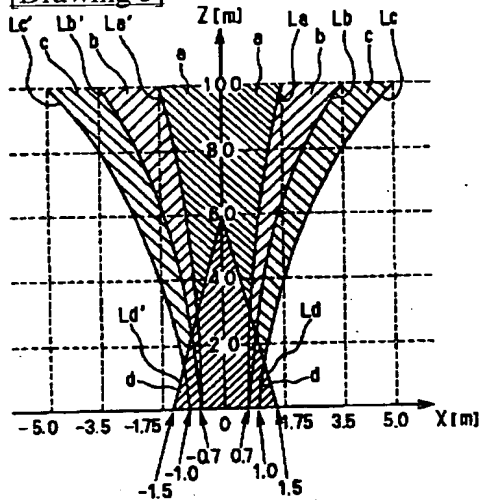
[Drawing 3]



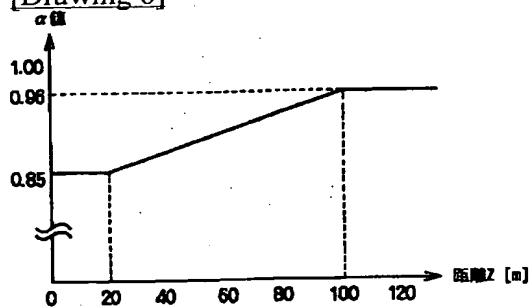
[Drawing 4]



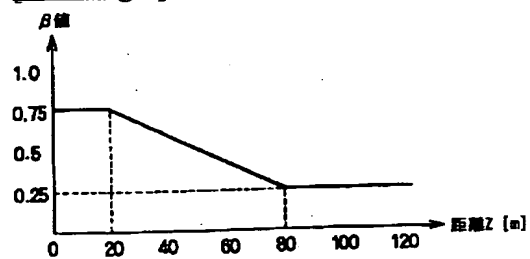
[Drawing 5]



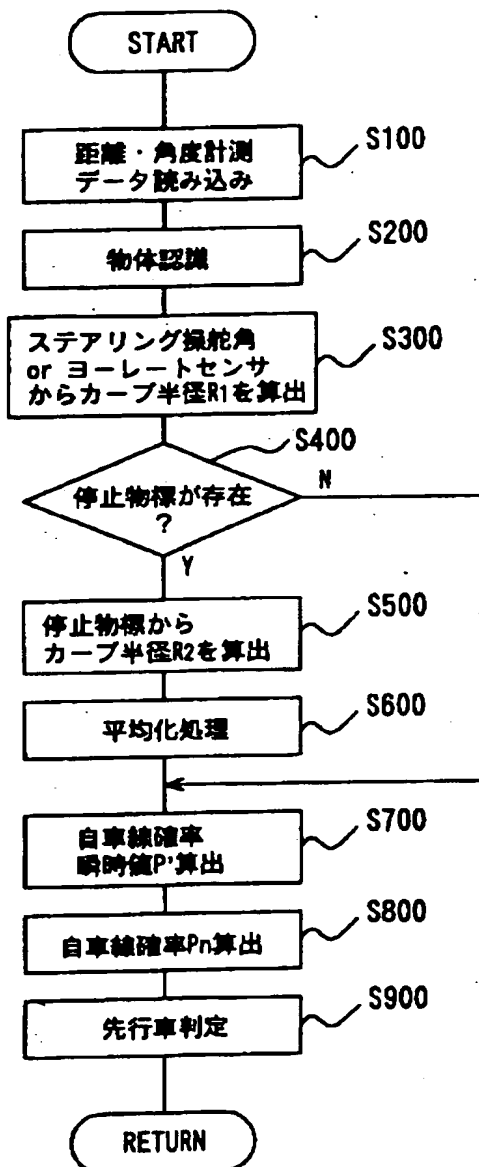
[Drawing 6]



[Drawing 7]



[Drawing 2]



[Translation done.]

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開 2001-328451

(P2001-328451A)

(43) 公開日 平成13年11月27日(2001.11.27)

(51) Int. Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード(参考)
B 6 0 K 31/00		B 6 0 K 31/00	Z 3D044
B 6 0 R 21/00	6 2 4	B 6 0 R 21/00	6 2 4 B 3G093
			6 2 4 D 5J084
			6 2 4 E
			6 2 4 G
審査請求	有	請求項の数 5	O L (全10頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2000-146298(P2000-146298)

(22) 出願日 平成12年5月18日(2000.5.18)

(71) 出願人 000004260

株式会社デンソー

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地

(72) 発明者 白井 孝昌

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社
デンソー内

(72) 発明者 森川 勝博

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社
デンソー内

(74) 代理人 100096998

弁理士 碓水 裕彦 (外1名)

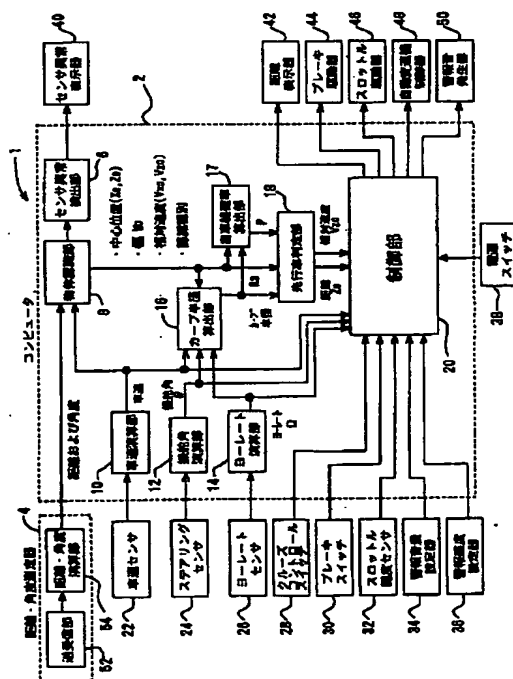
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 進行路推定装置、先行車認識装置、及び記録媒体

(57) 【要約】

【課題】 自車両の進行路の算出にあたり、高精度な車両進行路推定装置及び先行車検出装置を提供する。

【解決手段】 カーブ半径算出部16では、車速演算部10からの車速と操舵角演算部12からの操舵角 θ 又はヨーレート演算部14からのヨーレート Ω とに基づいて第一のカーブ半径 R_1 を算出する。また、物体認識部8が停止物体と判断した場合に、該停止物体から第二のカーブ半径 R_2 を算出する。そして、第一のカーブ半径 R_1 及び第二のカーブ半径 R_2 とを平均化することにより第三のカーブ半径 R_3 を算出する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 自車両の前方に存在する物体を検出する物体検出手段と、自車両のステアリング操舵角を検出する操舵角検出手段又は自車両のヨーレートを検出するヨーレート検出手段により検出されるステアリング操舵角又はヨーレートに基づいて、前記自車両の進行路を示す第一カーブデータを算出する第一の進行路推定手段と、前記物体検出手段にて検出された物体との相対速度を算出する相対速度算出手段と、

該相対速度算出手段によって算出された前記相対速度に基づいて、前記物体が停止物体であるか否かを判断する停止物体判断手段と、

該停止物体判断手段によって前記物体が停止物体であると判断された場合に、該停止物体に基づいて前記自車両の進行路を示す第二カーブデータを算出する第二の進行路推定手段とを備えた進行路推定装置において、前記第一の進行路推定手段にて算出された第一カーブデータと前記第二の進行路推定手段にて算出された第二カーブデータとを平均化処理することにより、前記自車両の進行路を示す第三カーブデータを算出する第三の進行路推定手段を備えることを特徴とする進行路推定装置。

【請求項 2】 前記第三の進行路推定手段による平均化処理は、前記自車両と前記物体との間の距離が近い場合には、前記第一カーブデータの重み付けを大きくすると共に、前記第二カーブデータの重み付けを小さくすることを特徴とする請求項 1 に記載の進行路推定装置。

【請求項 3】 前記第三の進行路推定手段による平均化処理は、前記自車両と前記物体との間の距離が遠い場合には、前記第一カーブデータの重み付けを小さくすると共に、前記第二カーブデータの重み付けを大きくすることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の進行路推定装置。

【請求項 4】 コンピュータによって自車両の進行路を示すカーブデータを算出するためのプログラムを記録した記録媒体であって、該プログラムはステアリング信号又はヨーレート信号により第一カーブデータを算出させ、停止物体に相当する信号から第二カーブデータを算出させ、この第一カーブデータと第二カーブデータとを平均化処理することにより自車両の進行路を示す第三カーブデータを算出させることを特徴とする進行路推定プログラムを記録した記録媒体。

【請求項 5】 請求項 1 乃至 3 の何れかに記載の進行路推定装置と、

前記第三の進行路推定手段に基づいて算出された前記第三カーブデータと、前記物体検出手段によって検出された前記物体の前記自車両に対する相対位置とに基づいて、前記物体が自車両と同一車線上にいる確率を求める自車線確率算出手段と、

該自車線確率算出手段によって求められた確率に基づいて、自車両の前方に存在する前記物体を先行車として認

識する先行車認識手段とを備えることを特徴とする先行車認識装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ステアリング操舵角や停止物体から自車両の進行路を示すカーブデータを算出する進行路推定装置、及びその推定されたカーブデータに基づき自車両の前方を走行する先行車両を認識する先行車両認識装置に関する。

【0002】

【従来技術】従来より、自車両が今後走行すると予想される進行路を推定する進行路推定装置として、例えば、特開平 8-132997 号公報に開示されているものが知られている。

【0003】この技術は、リフレクタ等の停止物体が複数存在すると判断した場合には、かかる停止物体から自車両の進行路のカーブ半径を算出し、リフレクタ等の停止物体が存在しない或いは停止物体の数が少ないと判断した場合には、自車両のステアリング操舵角から自車両の進行路のカーブ半径を算出するもので、必ずいずれか一方のみの情報からカーブ半径を算出するものである。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】ここで、停止物体から自車両の進行路のカーブ半径を求める場合は、定常的な誤差が生じることがなく算出されるカーブ半径の精度はよいが、自車両の進行路のカーブ半径の変化が急な場合等のように大きくステアリングを操舵する状況では、停止物体が動き情報として現れるまでには時間がかかるため、正しいカーブ半径の値になるまでには時間がかかり応答性が悪い。

【0005】一方、ステアリングの操舵角又はヨーレートからカーブ半径を求める場合は、応答性は良いが、ステアリング操舵角又はヨーレートの零点が、例えば道路のカント状況等により変化するのでカーブ半径を求めるにあたり定常的な誤差を生じてしまう。

【0006】従って、停止物体又はステアリング若しくはヨーレートのいずれか一方のみでカーブ半径を求める場合は、走行状況によって応答性が悪かったり、定常的な誤差が生じてしまうという問題がある。

【0007】そこで、本発明は、上記問題点に鑑みなされたものであり、通常の走行状態においても比較的精度よく、また、急なカーブ等で大きくステアリングを操舵する状況においても比較的応答性のよい進行路推定装置、先行車認識装置及び記録媒体を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために成された請求項 1 に記載の発明によれば、第一の進行路推定手段により算出される第一カーブデータと、第二の進行路推定手段により算出される第二カーブデータと

を第三の進行路推定手段にて平均化処理を行うことにより第三カーブデータを算出する。

【0009】この結果、例えば急なカーブ等において大きくステアリング操舵を行う状況では、第二の進行路推定手段のみでは算出される第二カーブデータが真のカーブデータの値となるまでには時間がかかるが、第一の進行路推定手段により算出される第一カーブデータと平均化処理を行うことにより、応答性を高めることができる。

【0010】一方、通常の走行状態において第一の進行路推定手段からカーブデータを算出する場合は、ステアリング操舵角の零点のずれ等から、算出されるカーブデータには定常的誤差が生じるため、第二の進行路推定手段から算出されるカーブデータと平均化処理を行うことにより、定常的誤差を少なくすることができる。

【0011】従って、本発明によれば、通常の走行状態や急なカーブ状況においても比較的誤差の少ない、かつ応答性のよい自車両のカーブデータを算出することが可能となる。

【0012】また、請求項2に記載の発明によれば、自車両と物体の距離が近い場合には、第一カーブデータの重み付けを大きくすると共に、第二カーブデータの重み付けを小さくする。

【0013】この結果、自車両と前方物体との距離が近い場合には、その物体が先行車か否かを短時間のうちに判断する必要があるが、第一カーブデータの重み付けを大きくすることにより応答性よく第三カーブデータを算出できるので、先行車の判断の遅れが少なく済む。

【0014】さらに、請求項3に記載の発明によれば、自車両と物体との距離が遠い場合には第一カーブデータの重み付けを小さくすると共に、第二カーブデータの重み付けを大きくする。

【0015】この結果、自車両と前方物体との距離が遠い場合には、その物体が先行車か否かを精度よく判断するためには、高いカーブ半径の精度が望まれるので、第二カーブデータの重み付けを大きくすることにより定常的誤差の小さな第三のカーブデータの算出が可能となる。

【0016】さらに、請求項4に記載の発明によれば、コンピュータによって自車両の進行路を示すカーブデータを算出するためのプログラムを記録した記録媒体によって、ステアリング信号又はヨーレート信号により第一カーブデータを算出させ、停止物体に相当する信号から第二カーブデータを算出させ、この第一カーブデータと第二カーブデータとを平均化処理することにより自車両の進行路を示す第三カーブデータを算出させる。

【0017】この結果、例えば急なカーブ等において大きくステアリング操舵を行う状況では、第二の進行路推定手段のみでは算出される第二カーブデータが真のカーブデータの値となるまでには時間がかかるが、第一の進

行路推定手段により算出される第一カーブデータと平均化処理を行うことにより、応答性を高めることができる。

【0018】第三の進行路推定手段をコンピュータにて起動するシステムは、例えば、コンピュータ側で起動するプログラムとして備えることができる。このようなプログラムの場合、例えば、フロッピー（登録商標）ディスク、光磁気ディスク、CD-ROM、DVD-ROMハードディスク等のコンピュータ読みとり可能な記録媒体に記録し、必要に応じてコンピュータにロードして起動することにより用いることができる。この他、ROMやバックアップRAMをコンピュータ読みとり可能な記録媒体として前記プログラムを記録しておき、この、ROM或いはバックアップRAMをコンピュータに組み込んで用いてもよい。

【0019】また、請求項5に記載の発明のように、進行路推定装置にて自車両の進行路を推定し、相対位置検出手段にて自車両に対する物体の相対位置を検出し、第三の進行路推定手段にて算出された第三カーブデータと物体の相対位置とに基づいて物体が自車両と同一車線上にいる確率を求め、先行車認識手段にて算出された自車線確率に基づいて自車両の前方に存在する物体を先行車として認識することもできる。

【0020】

【発明の実施の形態】次に、本発明の実施形態について図面を用いて説明する。

【0021】【第一の実施の形態】図1は、本発明の進行路推定装置及び先行車検出装置が適用された車間距離制御装置のシステム構成図を示す。

【0022】まず、本実施形態のシステム構成図について図1を用いて説明する。

【0023】車間距離制御装置1は、コンピュータ2を中心に構成され、距離・角度測定器4、車速センサ22、ステアリングセンサ24、ヨーレートセンサ26、クルーズコントロールスイッチ28、ブレーキスイッチ30、スロットル開度センサ32、警報音量設定器34、警報感度設定器36、電源スイッチ38、センサ異常表示器40、距離表示器42、ブレーキ駆動器44、スロットル駆動器46、自動変速機制御器48、警報音発生器50を備えている。

【0024】コンピュータ2は、入出力インターフェイス(I/O)及び各種の駆動回路や検出回路を備えている。これらのハード構成は一般的なものであるので詳細な説明は省略する。また、コンピュータ2は、電源スイッチ38を備え、そのオン動作により電源が供給されて所定の処理を開始する。なお、コンピュータ2は、本実施形態で述べる車間距離制御とともに、先行車が選択されていない場合には、車速を設定速度に維持する定速走行制御を行っている。

【0025】ここで、距離・角度測定器4は、送受信部

52及び距離・角度演算部54を備え、送受信部52からは車両前方へレーザー光を所定角度の範囲でスキャンして出力し、かつその反射光を検出するとともに、距離・角度演算部54にて反射光をとらえるまでの時間に基づき、前方の物体との相対速度や距離、更にはその位置座標をも検出する装置である。このような装置はよく知られているものであるため、詳細な説明は省略する。

【0026】なお、レーザー光を用いるものの他に、ミリ波等の電波や超音波等を用いるものであってもよい。

【0027】車速センサ22は、車輪の回転速度に対応した信号を検出するセンサである。

【0028】ステアリングセンサ24は、ハンドルの操舵角の変更量を検出するものであり、その値から相対的な操舵角 θ (Rad)を検出できるものである。したがって、電源スイッチ38がオンされた際には、メモリ上の操舵角格納アドレスには「0」が設定され、以後に検出される操舵角の変更量の積算により相対的な操舵角 θ が決定される。

【0029】ヨーレートセンサ26は、車両重心を通る鉛直軸回りの車両回転角(ヨー角)の変化速度(ヨーレート) Ω 8 (Rad/sec)を検出するセンサである。

【0030】クルーズコントロールスイッチ28は、これをオンすることにより定速走行制御が開始されるとともに、その定速走行制御内で車間距離制御処理も実行される。この時、車間距離が接近し、コンピュータ2が先行車と衝突の危険があると判断した場合には、警報音発生器50にて警報音が鳴らされる。この警報音は警報音量設定器34にて音量を調節することができ、また、警報感度設定器36にて警報音の感度を調節することができ、

【0031】ブレーキスイッチ30は、ドライバーのブレーキの踏み込みを検出する。また、ブレーキ駆動器44は、危険回避に必要なならばコンピュータ2の指示により作動してブレーキ圧力を調節する。

【0032】スロットル開度センサ32は、内燃機関のスロットルバルブの開度を検出する。

【0033】そして、得られた検出結果に応じて、コンピュータ2の指示によりスロットル駆動器46が作動し、スロットルバルブの開度の調節が行われ、エンジン出力が調節される。

【0034】センサ異常表示器40は、距離・角度測定器4の異常を表示する。また、距離表示器42は、距離・角度測定器4の測定結果に基づいて後述する処理により選択された先行車との車間距離を表す。

【0035】自動変速機制御器48は、コンピュータ2からの指示により、自車の速度を制御する上で必要な、自動変速機のギヤ位置を選択するものである。

【0036】次に、コンピュータ2内のブロック図について説明する。

【0037】距離・角度測定器4の距離・角度演算部54から出力された距離と角度のデータは物体認識部8により極座標から、自車を中心とするXZ直交座標に変換される。また、車速センサ22から検出される車輪の回転速度に応じた信号が車速演算部10にて車速信号に変換され、その自車速度と変換されたXZ直交座標とにより、物体認識部8にて物体の中心位置座標(X_o 、 Z_o)、物体幅W、相対速度(VX_o 、 VZ_o)、物体の認識種別が求められる。この認識種別とは、その物体が移動物と認識されたものか停止物と認識されたもののかの種類を表す。

【0038】なお、ここでいう物体の中心位置座標(X_o 、 Z_o)の X_o とは、自車両を基準とした車幅方向の物体の位置を表し、 Z_o とは、自車両を基準とした車両の進行方向の物体の位置を表す。

【0039】また、ステアリングセンサ24からの信号に基づいて操舵角演算部12にて操舵角 θ が求められる。さらに、ヨーレートセンサ26からの信号に基づいてヨーレート演算部14にてヨーレート Ω が演算される。

【0040】そして、自車両の進行路のカーブデータをなすカーブ半径Rを算出するカーブ半径算出部16には、車速演算部10からの車速、操舵角演算部12からの操舵角 θ 及びヨーレート演算部14からのヨーレート Ω が入力され、車速と操舵角 θ 又はヨーレート Ω とに基づいて第一のカーブ半径R1(本発明の第一カーブデータに該当する)を算出する。また、物体認識部8が停止物体と判断した場合に、該停止物体から第二のカーブ半径R2(本発明の第二カーブデータに該当する)を算出する。

【0041】そして、第一のカーブ半径R1と第二のカーブ半径R2とを平均化処理することにより第三のカーブ半径R3(本発明の第三カーブデータに該当する)を算出する。なお、第三のカーブ半径R3の平均化処理の詳細は後述する。

【0042】次に、自車線確率算出部17では、第三のカーブ半径R3及び物体認識部8にて求められた物体の中心位置座標(X_o 、 Z_o)、物体幅W、相対速度(VX_o 、 VZ_o)、物体の認識種別に基づいて、先行車の自車線確率Pnを算出する。

【0043】そして、先行車判定部18では、第三のカーブ半径R3、自車線確率Pn、中心位置座標(X_o 、 Z_o)、物体幅W、相対速度(VX_o 、 VZ_o)、物体の認識種別に基づいて先行車が特定される。

【0044】この先行車との距離 Z_o 、進行方向の相対速度 VZ_o 、クルーズコントロールスイッチ28の設定状態及びブレーキスイッチ30の踏み込み状態に基づいて、制御部20にてブレーキ駆動器44、スロットル駆動器46及び自動変速機制御器48に先行車との車間距離を調整するための信号を出力し、距離表示器42に必

要な表示信号を出力するとともに、必要な場合は警報音発生器 50 に警報信号を出力することにより、状況をドライバに告知している。

【0045】ここで、先行車判定部 18 においては、先行車を特定するために車幅方向の相対速度 V_{Xo} 、進行方向の相対速度 V_{Zo} を必要とするが、車間距離制御に際しては、進行方向の相対速度 V_{Zo} のみが使用されるので、制御部 20 には進行方向の相対速度 V_{Zo} のみが送信される。尚、距離・角度測定器 4 は、本発明の物体検出手段に該当する。また、物体認識部 8 は、本発明の相対速度算出手段に該当する。

【0046】次に、以上のように構成された車間距離制御装置 1 において、コンピュータ 2 が実行する先行車を判定するまでの処理の詳細を図 2 のフローチャートを用いて説明する。

【0047】なお、本処理は 0.1s ごとに繰り返し実行される。

【0048】まず、ステップ 100 において、距離・角度測定器 4 による距離・角度の計測データが読み込まれる。

【0049】次に、ステップ 200 では、前方障害物の認識処理がなされる。この前方障害物認識処理は、距離・角度測定器 4 から読み込まれた距離・角度の計測データを極座標系から直交座標系に変換し、変換後の計測データに基づいて前方の物体の中心位置座標 (X_o 、 Z_o)、物体幅 W_o 、相対速度 (V_{Xo} 、 V_{Zo})、及び物体の認識種別が求められる。この物体の相対速度 (V_{Xo} 、 V_{Zo}) は、物体の中心位置の時間的变化に基づいて算出する。認識種別は、例えば、自車が走行しているにも関わらず、物体の相対位置がほとんど移動していない場合は移動物と認識できる。また、次第に遠ざかる物体も移動物と認識できる。一方、物体の相対位置が自車に対して自車速度と同じ速度 (絶対値) で近づく場合は停止物と認識できる。それ以外のもの、例えば、現れてから認識できるほどの時間が経過していない物体等は、不明物として認識している。

【0050】続くステップ 300 では、ステアリングセンサ 24 から得られたステアリング操舵角 θ 又はヨーレートセンサ 26 から得られたヨーレート Ω に基づいて、第一のカーブ半径 R_1 を算出する。ここでは、以下の数式 1 を用いることによりステアリング操舵角 θ から第一のカーブ半径 R_1 を算出するものとする。

【0051】

【数 1】 $R_1 = C / \theta$

ここで、 C は車速と車種に依存する定数で、予め車種ごとに、各車速ごとの定数値をマップ関数としてコンピュータ 2 内のカーブ半径算出部 16 に記憶されている。この関数 C は操舵角 θ からカーブ半径を求める関数として一般的に知られているため、詳細な説明は省略する。なお、ヨーレート Ω からカーブ半径 R_1 を求める方法は、

車速 V をヨーレート Ω で除することにより算出できる。

【0052】そして、続くステップ 400 では、ステップ 200 で求められた認識種別に基づいて、停止物体が存在するか否かを判断する。即ち、物体認識部 8 にて停止物体が存在するか否かが判断され、停止物体が存在しないと判断された場合にはステップ 700 に移行する。一方、停止物体が存在すると判断された場合にはステップ 500 に移行する。

【0053】続くステップ 500 では、カーブ半径算出部 16 にて停止物体から第二のカーブ半径 R_2 が算出される。ここでは、図 3 に示すような停止物体の中心 (X_o 、 Z_o) を通り、相対速度ベクトル 100 を接線ベクトルとする円を求める。そして、その円の半径 R を求めることにより第二のカーブ半径 R_2 を算出する。実際には、次のような近似計算をしている。

【0054】 $|X| < |R|$ 、 $|X| < |Z|$ という仮定のもとで、円を放物線近似すると、停止物体の中心 (X_o 、 Z_o) を通り、 X 軸に直交する円の方程式 (ここでは、 X 、 Z の関数として表す) は、

【0055】

【数 2】

$X = X_o + \{ (Z - Z_o) \cdot (Z - Z_o) / 2R \}$

となる。また、物体の相対速度ベクトル 100 が円の接線ベクトルであることより、

【0056】

【数 3】 $dX / dZ = V_{Xo} / V_{Zo}$

の関係がある。

【0057】この数式 2、数式 3 の二式より

【0058】

【数 4】 $R_2 = (Z - Z_o) \times V_{Xo} / V_{Zo}$

と、円の半径、即ち、カーブ半径 R_2 が求まる。

【0059】ここで、停止物体が複数存在する場合には、各停止物体毎に求められた複数の第二のカーブ半径 R_2 を平均化する。

【0060】この平均化は、各第二のカーブ半径 R_2 の逆数を平均して、その平均値の逆数を求めることとする。例えば、二つの停止物体が存在する場合を考える。ここでは、一方の停止物体の第二のカーブ半径を R_{2a} 、他方の停止物体の第二のカーブ半径を R_{2b} とする。この時、カーブ半径の平均化は、数式 5 のように各カーブ半径 R_{2a} 、 R_{2b} の逆数の平均値をとり、

【0061】

【数 5】 $1 / R_2 = (1 / R_{2a} + 1 / R_{2b}) / 2$

そして、数式 6 のようにその平均値の逆数をとることにより求める。

【0062】

【数 6】 $R_2 = 2 \times R_{2a} \times R_{2b} / (R_{2a} + R_{2b})$

続くステップ 600 では、ステアリング操舵角 θ 又はヨーレート Ω から算出される第一のカーブ半径 R_1 と停止物体から算出される第二のカーブ半径 R_2 との平均化を

行い、第三のカーブ半径R3を求める。具体的には、前述の複数の停止物体があった場合のカーブ半径R2の平均化と同じように、カーブ半径R1とカーブ半径R2の逆数を平均して、その平均値の逆数をとることによりカーブ半径R3を算出する。

【0063】こうしてカーブ半径R3が求まるとステップ700に移行し、ステップ200で認識した物体に関して、自車線確率瞬時値P'を算出する。ここで自車線確率Pnとは、物体が自車と同一レーンを走行している車両である確からしさを表すパラメータをいう。そして、自車線確率瞬時値P'とは、その瞬間の検出データに基づいて算出された値をいう。この自車線確率瞬時値P'では、図4に示すように、前方の物体を認識する処理(ステップ200)で得られたすべての物体の中心位置(Xo、Zo)、物体の横幅データWoを直進路に換算した位置へ変換する。即ち、ステップ300及びステップ600から得られた第三のカーブ半径R3に基づいて、カーブ路での物体の中心位置座標(Xo、Zo)を直進路の中心位置座標(X1、Z1)に変換する。具体的には、次の数式7に示すような数式変換により求める。

【0064】

【数7】 $X_1 \leftarrow X_o - (Z_o \times Z_o / 2R)$

$Z_1 \leftarrow Z_o$

$W_1 \leftarrow W_o$

即ち、ここでは実質的にX座標のみを変換している。

【0065】こうして直線路に変換して得られた物体の中心位置(X1、Z1)、物体幅データW1を図5に示す自車線確率マップ上に配置して、各物体の自車線確率瞬時値P'、即ち、その時点で自車線に存在する確率を求める。

【0066】図5において、X軸は自車両の車幅方向であり、Z軸は自車両の進行方向を示している。

【0067】ここで領域は、領域a(自車線確率瞬時値P'=80%)、領域b(自車線確率瞬時値P'=60%)、領域c(自車線確率瞬時値P'=30%)、領域d(自車線確率瞬時値P'=100%)、それ以外の領域(自車線確率瞬時値P'=0%)に別れている。この領域の設定は、実測により定めたものである。特に、領域dは自車直前への割り込みも考慮することにより設定された領域である。領域a、b、c、dを区切る境界線は、例えば次の数式8により算出する。

【0068】

【数8】 $La: X_1 = 0.70 + (1.75 - 0.70) \times (Z_1 / 100) \times (Z_1 / 100)$

$Lb: X_1 = 0.70 + (3.50 - 0.70) \times (Z_1 / 100) \times (Z_1 / 100)$

$Lc: X_1 = 1.00 + (5.00 - 1.00) \times (Z_1 / 100) \times (Z_1 / 100)$

$Ld: X_1 = 1.50 \times (1 - Z_1 / 60)$

なお、境界線La'、Lb'、Lc'、Ld'は、それ

ぞれ境界線La、Lb、Lc、LdとはZ軸で対象の関係にある。

【0069】そして各物体が①領域dに少しでも線分(図4の幅W1という長さを有する線110に相当する)がかかるときは、自車線確率瞬時値P'=100%、②領域a内に中心位置(X1、Z1)が存在するときは、自車線確率瞬時値P'=80%、③領域b内に中心位置(X1、Z1)が存在するときは、自車線確率瞬時値P'=60%、④領域c内に中心位置(X1、Z1)

が存在するときは、自車線確率瞬時値P'=30%、⑤①から④の条件を満たさない時は、自車線確率瞬時値P'=0%、として自車線確率瞬時値P'が求まる。

【0070】このように自車線確率瞬時値P'が求められた時は、ステップ800に移行し自車線確率Pnを求める。この自車線確率Pnを求めるのは、自車線確率瞬時値P'のみでは、ステアリングのふらつき等により安定した確率が得られないため、以下のフィルタリング処理を行うことにより、なましを含めた確率として算出するためである。

【0071】まず、ステップ700で算出した自車線確率瞬時値P'に対して、次の数式9に従って、フィルタリング処理を行う。

【0072】

【数9】 $P_n = P_{n-1} \times \alpha + P' \times (1 - \alpha)$

ここで、 P_{n-1} は前回の自車線確率、 α は距離Zに関するパラメータであり例えば、図6のようなマップ関数としてコンピュータ2内に記憶されている。なお、自車線確率Pnの初期値は0%とする。

【0073】そして、自車線確率Pnが算出されたらステップ900に移行し、先行車の判定が行われる。ステップ800で算出した自車線確率Pnが50%以上の物体の中で、距離Zが最小のものを先行車と判断する。そして、先行車と判断した物体の距離や相対速度に従って、先行車との車間を一定に保つよう制御したり、先行車に衝突の危険がある時に警報を鳴らしたりし、処理を終了する。

【0074】なお、本発明の停止物体判断手段は、ステップ200における物体認識に該当する。また、第一の進行路推定手段は、ステップ300におけるカーブ半径R1の算出に該当する。さらに、第二の進行路推定手段は、ステップ500のカーブ半径R2の算出に該当する。また、第三の進行路推定手段は、ステップ600の平均化処理に該当する。さらに、自車線確率算出手段は、ステップS800の自車線確率Pnの算出に該当する。また、先行車認識手段は、ステップS900の先行車判定に該当する。

【0075】以上より、本実施形態における車間距離制御装置によれば、以下の効果を有することとなる。

【0076】即ち、ステアリング操舵角 θ 又はヨーレート Ω から算出される第一のカーブ半径R1と停止物体か

ら算出される第二のカーブ半径 R_2 とを平均することにより、第三のカーブ半径 R_3 を求める。

【0077】この結果、急なステアリング操舵を行った場合に、第二の進行路推定手段で算出される第一のカーブ半径 R_2 が精度の高いものとなるまでには時間がかかるが、応答性のよい第一の進行路推定手段により算出される R_2 と平均することにより、応答性を高めることができる。

【0078】一方、通常の走行状態において進行路を推定する場合は、第一の進行路推定手段のみでカーブ半径 R_1 を算出しようとする、例えば、ステアリング操舵角 θ の零点のずれ等から定常的誤差が生じるため、第二の進行路推定手段から求める第二のカーブ半径 R_2 と平均することにより、誤差の少ない第三のカーブ半径 R_3 の算出が可能となる。

【0079】従って、本発明によれば、通常の走行状態においては比較的定常的誤差の少ない、また、急なカーブにおいても比較的応答性のよいカーブ半径 R_3 の算出が可能となる。

【0080】[第二の実施形態]第二の実施形態のシステム構成図及び作動は、第一の実施形態と同様である。

【0081】しかし、本実施形態は第三のカーブ半径 R_3 を求める際の平均化処理に特徴を有するものである。

【0082】即ち、ステップ 200 で認識した物体までの距離が近い時は、ステアリング操舵角 θ 又はヨーレート Ω から求まる第一のカーブ半径 R_1 の重み付けを大きくして、一方、物体までの距離が遠い時は、停止物体から求まる第二のカーブ半径 R_2 の重み付けを大きくした平均化処理を行い、第三のカーブ半径 R_3 を求める。これは、ステップ 200 で認識した物体の各々に応じた平均化処理をするので、物体ごとに異なる第三のカーブ半径 R_3 をもつことになる。具体的には、次のような数式 10 を用いた平均化処理を行う

【0083】

【数 10】

$$1/R_3 = 1/R_1 \times \beta + 1/R_2 \times (1 - \beta)$$

ここで、 β は図 7 に示すように、物体の距離に応じて変化させるものであり、マップ関数としてコンピュータ 2 内に記憶されている。

【0084】図 7 で示すように、近距離では β の値が大きくなっているため、数式 10 において第一のカーブ半径 R_1 の比率が大きな第三のカーブ半径 R_3 の算出が可能となる。

【0085】また、遠距離では β の値が小さくなっているため、数式 10 において第二のカーブ半径 R_2 の比率が大きい第三のカーブ半径 R_3 の算出が可能となる。

【0086】以上より、本実施形態における進行路推定装置によれば、以下のような効果を有することとなる。

【0087】即ち、自車両と車両等との間の距離が近い場合は第一の進行路推定手段から算出される第一のカーブ半径 R_1 の重み付けを大きくし、一方、自車両と車両等との間の距離が遠い場合は第二の進行路推定手段から算出される第二のカーブ半径 R_2 の重み付けを大きくするように平均化処理を行う。

【0088】この結果、自車両と前方物体との距離が近い場合には、その物体が先行車か否かを短時間のうちに判断する必要はあるが、第一のカーブ半径 R_1 の重み付けを大きくすることにより応答性よく第三のカーブ半径 R_3 を算出できるので、先行車両の判断の遅れが少なくて済む。

【0089】また、自車両と前方物体との距離が遠い場合には、その物体が先行車両か否かを精度良く判断するためには、高いカーブ半径の精度が望まれるので、第二のカーブ半径 R_2 の重み付けを大きくすることにより、定常的誤差の小さな第三のカーブ半径 R_3 の算出が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の進行路推定装置及び先行車認識装置が適用された車間距離制御装置のシステム構成図である。

【図 2】第一の実施形態を説明するためのフローチャートである。

【図 3】停止物体から第二のカーブ半径 R_2 を求めるための説明図である。

【図 4】第三のカーブ半径に基づき直線路換算するための説明図である。

【図 5】自車線確率マップを表す説明図である。

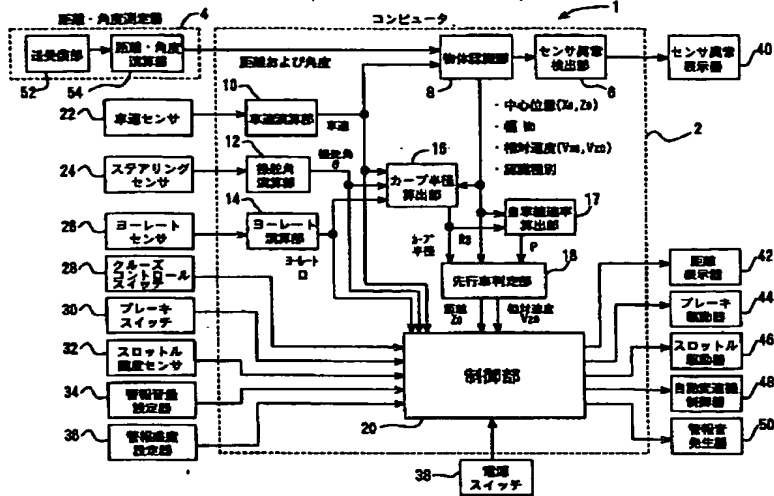
【図 6】自車線確率演算に用いられる係数 α のマップ関数を表す線図である。

【図 7】カーブ半径の平均化処理に用いられる係数 β のマップ関数を表す線図である。

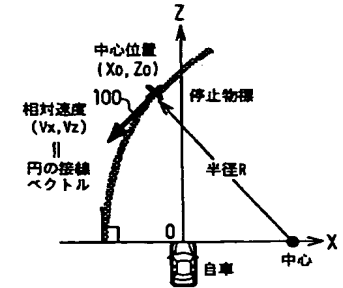
【符号の説明】

1…先行車検出装置、10…車速演算部、12…操舵角演算部、14…ヨーレート演算部、16…カーブ半径算出部、20…制御部、22…車速センサ、24…ステアリングセンサ、26…ヨーレートセンサ

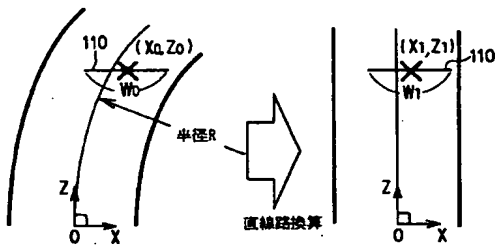
【図1】



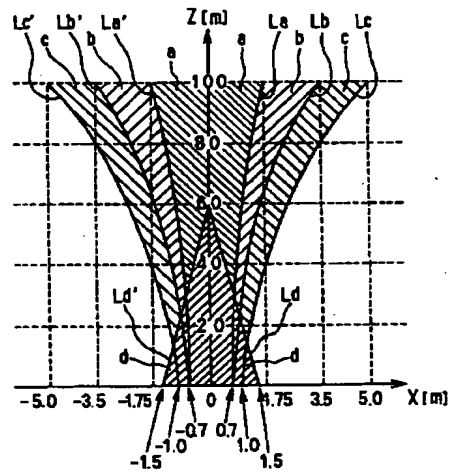
【図3】



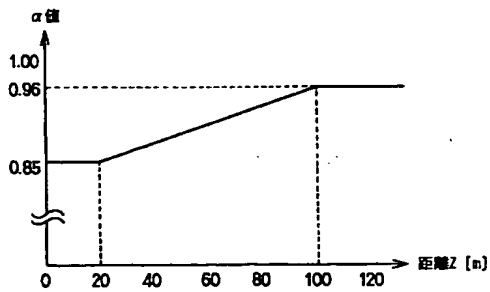
【図4】



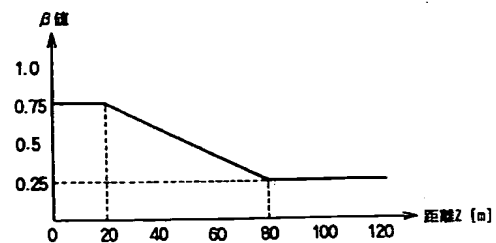
【図5】



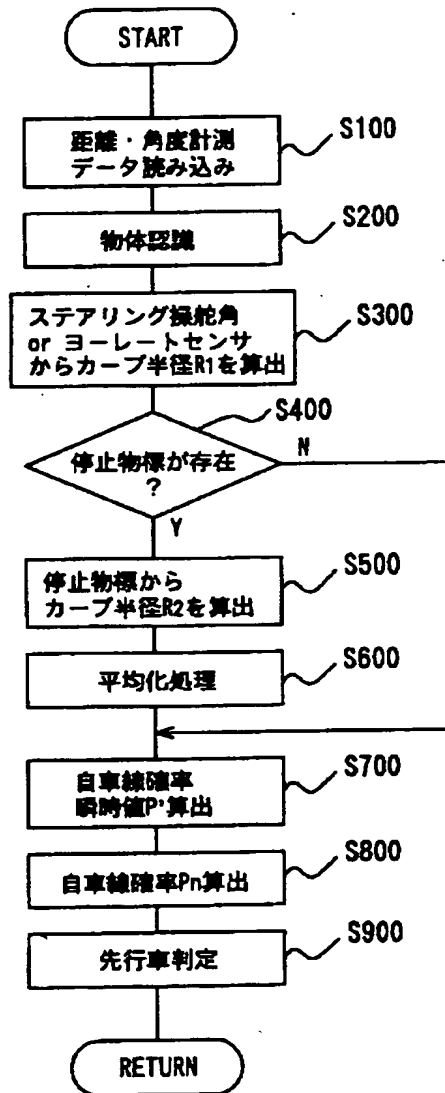
【図6】



【図7】



【図2】



【手続補正書】

【提出日】平成13年7月25日(2001.7.25)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0058

【補正方法】変更

【補正内容】

【0058】

【数4】 $R2 = (Z - Z_0) \times V_{Z0} / V_{X0}$

と、円の半径、即ち、カーブ半径R2が求まる。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0062

【補正方法】変更

【補正内容】

【0062】

【数6】

$R2 = 2 \times R2a \times R2b / (R2a + R2b)$

続くステップ600では、ステアリング操舵角θ又はヨーレートΩから算出される第一のカーブ半径R1と停止

物体から算出される第二のカーブ半径 R_2 との平均化を行い、第三のカーブ半径 R_3 を求める。具体的には、前述の複数の停止物体があった場合のカーブ半径 R_2 の平均化と同じように、カーブ半径 R_1 とカーブ半径 R_2 の逆数を平均して、その平均値の逆数をとることによりカーブ半径 R_3 を算出する。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0064

【補正方法】変更

【補正内容】

【0064】

【数 7】 $X_1 \leftarrow X_0 - (Z_0 \times Z_0 / 2R_3)$

$Z_1 \leftarrow Z_0$

$W_1 \leftarrow W_0$

即ち、ここでは実質的に X 座標のみを変換している。

フロントページの続き

(51) Int. Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
B 6 0 R 21/00	6 2 4 6 2 6	B 6 0 R 21/00	6 2 4 Z 6 2 6 B 6 2 6 F
F 0 2 D 29/02	3 0 1	F 0 2 D 29/02	3 0 1 D
G 0 1 S 17/93		G 0 1 S 17/88	A

F ターム (参考) 3D044 AA25 AA31 AC00 AC26 AC31
AC55 AC56 AC59 AE03 AE15
AE19 AE21
3G093 DA06 DB00 DB05 DB16 DB18
EA09 EB03 EB04 FA03 FA10
5J084 AA02 AA04 AA05 AA07 AB01
AC02 BA03 CA31 EA22 EA29